

10

VORRICHTUNG MIT TRAGLUFTLAGERUNG UND FÜHRUNGSBAHN AUS FLIESEN

- 15 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einer Tragluftlagerung zwischen zwei zueinander beweglichen Bauteilen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Gattungsgemäße Vorrichtungen mit Tragluftlagerung finden beispielsweise, jedoch keineswegs ausschließlich, als Messmaschinen Verwendung. Die Tragluftlagerung erlaubt eine hochgenaue Führung der zueinander beweglichen Bauteile. Aufgrund der berührungslosen Lagerung tritt zudem keinerlei Oberflächenreibung in den Lagerelementen auf. Der Luftspalt zwischen dem Tragluftlagerelement selbst und der gegenüberliegend angeordneten Führungsbahn liegt üblicherweise im Bereich von

20 25 3 bis 10 µm.

Diese geringe Spaltbreite zwischen Tragluftlagerelement und Führungsbahn erfordert eine sehr hohe Fertigungsqualität unter Einhaltung sehr geringer Fertigungstoleranzen. Insbesondere die Anforderungen an die Führungsbahnen im Hinblick auf Ebenheit und Rautiefe sind außerordentlich hoch. Um derart hochpräzise Führungsbahnen herstellen zu

30

können, ist es deshalb aus dem Stand der Technik bekannt, Materialien wie Naturhartgestein, insbesondere Granit, zu verwenden.

Aus der DE 101 40 174 A1 ist beispielsweise eine Koordinatenmessmaschine bekannt, bei der alle Bauteile mit Führungsbahnen aus Granit 5 gefertigt sind. Die Führungsbahnen werden dabei durch entsprechend geeignete Bearbeitungsverfahren, beispielsweise Schleifen und Läppen, in den Natursteinblock eingearbeitet.

Nachteilig an dieser Art der Herstellung ist es, dass Naturhartgestein als Ausgangswerkstoff erhebliche Nachteile mit sich bringt. So müssen 10 Granitblöcke in geeigneter Größe und Menge aus Dritte-Welt-Staaten importiert werden, da derartiges Material in Mitteleuropa nicht verfügbar ist. Die Bearbeitung der Naturhartgesteine ist außerordentlich aufwendig und zeitintensiv. Darüber hinaus können die Naturhartgesteine nur in Blöcken als Vollmaterial verarbeitet werden, was die konstruktiven 15 Möglichkeiten und insbesondere die Größe der herzustellenden Bauteile stark begrenzt.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine neue Vorrichtung mit Tragluftlagerung vorzuschlagen, die die Nachteile des bisher bekannten Stands der Tech- 20 nik vermeidet.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach der Lehre des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

25 Die erfindungsgemäße Vorrichtung beruht auf dem Grundgedanken, dass die Führungsbahnen der Tragluftlagerung nicht mehr in ein Vollmaterial, beispielsweise Granit, eingearbeitet werden, sondern stattdessen Fliesen aus einem geeigneten Werkstoff nebeneinander auf einem als Träger dienenden Bauteil befestigt werden, um die Führungsbahn zu bilden. Ein

Vorteil dieser Konstruktionsweise liegt insbesondere darin, dass das die Führungsbahn tragende Bauteil selbst unabhängig vom Werkstoff der Führungsbahn konstruiert werden kann und somit beispielsweise auch als Stahlkonstruktion ausführbar ist. Außerdem sind die Dimensionen der

5 Führungsbahn, insbesondere deren maximale Länge, nicht mehr durch die maximale Länge des tragenden Bauteils begrenzt, wie es insbesondere bei Bauteilen aus Naturhartgestein der Fall ist. Vielmehr kann die Führungsbahn durch Hinzufügen weiterer Fliesen letztendlich beliebig lang gestaltet werden. Im Ergebnis erhält der Konstrukteur bei der Konstruktion gattungsgemäßer Vorrichtungen eine sehr breite Palette von Konstruktionsmöglichkeiten.

10

Welcher Werkstoff zur Herstellung der die Führungsbahn bildenden Fliesen ausgewählt wird, ist letztendlich beliebig und nur davon abhängig, dass das entsprechende Material eine ausreichende Oberflächengüte bietet. Beispielsweise ist es durchaus denkbar, die Fliesen aus entsprechend oberflächenvergüteten Metallen oder aus Granit herzustellen. Als besonders geeignet zur Herstellung der die Führungsbahn bildenden Fliesen haben sich keramische Werkstoffe erwiesen. Insbesondere das als Stettalit bezeichnete Keramikmaterial (Keramik Nr.: C221 gem. VDE 0335

15 Teil 3) ist hervorragend zur Bildung der Führungsbahnen geeignet. Stettalit ist als Ausgangsmaterial für Massenprodukte, z. B. hitzebeständige Schalter in Elektroherden und Gehäusesicherungen, bekannt und damit außerordentlich preisgünstig verfügbar. Aufgrund seiner Werkstoffeigenschaften (offene Porosität: 0 Vol%, Dichte: 2,78 kg/dm³, Biegefestigkeit:

20 ca. 140 MPa, Härte: 5 nach der Moh'schen Skala) lassen sich hochgenaue Führungsbahnen herstellen. Dabei lässt sich Stettalit mit Standardwerkzeugen gut bearbeiten, ist werkzeugschonend und somit kostengünstig in der Fertigung.

25

In welcher Weise die Fliesen auf dem entsprechenden Bauteil der Vorrichtung befestigt werden, ist grundsätzlich beliebig. Es lassen sich beispielsweise entsprechend geeignete mechanische Befestigungstechni-

30

ken, insbesondere Klemmschienen, denken. Da die Fliesen, die beispielsweise aus Keramik gefertigt sind, und das tragende Bauteil, das beispielsweise als Stahlkonstruktion ausgebildet ist, völlig unterschiedliche physikalische Eigenschaften aufweisen, eignet sich insbesondere eine

5 Klebeverbindung zur Befestigung der Fliesen auf dem Bauteil.

Der Kleber sollte dabei ein möglichst geringes Fliesvermögen aufweisen, um die Fliesen und das tragende Bauteil trotz der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten dauerhaft und präzise miteinander verbinden zu können.

10 Als besonders geeignet zur Verwendung als Kleber bei der Herstellung der erforderlichen Klebeverbindung haben sich zwei Komponenten-Konstruktionsklebstoffe erwiesen. Diese Kleber zeichnen sich durch ein sehr geringes Fließvermögen und hohe Scher-, Schlag- und Schälfestigkeit bei einem sehr weiten Temperatureinsatzbereich aus. Beispielsweise die Firma 3M bietet unter der Bezeichnung Scotch-Weld 9323B/A einen solchen besonders geeigneten Zweikomponenten-Konstruktionsklebstoff an.

Um eine möglichst hochfeste Klebeverbindung herstellen zu können, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Klebefläche des tragenden Bauteils vor Aufbringung des Klebers geeignet oberflächenbearbeitet wird, beispielsweise durch Abfräsen der entsprechenden Klebefläche, damit die Klebefläche eine Oberflächenrautiefe von ungefähr 50 bis 100 µm aufweist.

Aus der erfindungsgemäßen Verwendung von Fliesen bei der Herstellung der Führungsbahn der Tragluftlagerung ergibt sich, dass zwischen zueinander benachbarten Fliesen ein Übergangsbereich entsteht. Bei entsprechend hochgenauer Herstellung und Befestigung der Fliesen kann dieser Übergangsbereich letztendlich so hergestellt werden, dass die Größe der entstehenden Trennfugen die Funktion der Tragluftlagerung nicht beeinträchtigt. Eine solch hochgenaue Herstellung der Fliesen und der Befestigung der Fliesen auf dem tragenden Bauteil ist jedoch außerordentlich

aufwendig. Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist deshalb im Übergangsbereich zwischen zueinander benachbarten Fliesen ein härtbares Füllmaterial vorgesehen. Bei der Herstellung der Führungsbahn werden somit zunächst die Fliesen auf dem tragenden Bauteil fixiert,

5 beispielsweise festgeklebt, und anschließend die Trennfugen zwischen den benachbarten Fliesen mit dem ungehärteten Füllmaterial aufgefüllt. Nach Aushärtung des Füllmaterials kann dann das Füllmaterial zusammen mit dem Fliesenmaterial oberflächenbearbeitet werden, um auf diese Weise eine Führungsbahn mit ausreichender Oberflächenqualität, insbe-

10 sondere ausreichender Ebenheit, herzustellen. Als Bearbeitungsverfahren zur Oberflächenbearbeitung der Fliesen bzw. des Füllmaterials haben sich besonders das Schleifen und Läppen als geeignet erwiesen.

Die Rautiefe der Führungsbahn sollte vorzugsweise eine Rautiefe von kleiner oder gleich 1 µm aufweisen. Die Ebenheit der Führungsbahn

15 sollte vorzugsweise eine Abweichung von kleiner oder gleich 2 µm auf einer Strecke von 200 mm aufweisen.

Zur Herstellung der Tragkonstruktion des die Führungsbahn tragenden zweiten Bauteils eignen sich letztendlich alle Werkstoffe, welche eine genügende Steifigkeit und Stabilität aufweisen und sich in geeigneter

20 Weise mit den die Führungsbahn bildenden Fliesen dauerhaft verbinden lassen. Insbesondere haben sich Schweißkonstruktionen aus Stahlteilen zur Herstellung des die Führungsbahn tragenden zweiten Bauteils als besonders geeignet erwiesen. Derartige Stahlkonstruktionen sind außerordentlich preiswert und ohne große Werkzeugkosten, insbesondere ohne

25 Modellkosten, in relativ kurzer Zeit herstellbar. Außerdem erlauben es Stahlkonstruktionen dem Konstrukteur, eine Vielzahl von Konstruktionslösungen zu benutzen. Die Stahlkonstruktion muss dabei entsprechend der gewünschten Verwendung der Vorrichtung, beispielsweise als Messmaschine, im Hinblick auf ausreichende Steifigkeit, Gestaltstabilität bei

30 Temperaturänderung und ausreichende dynamische Festigkeit optimiert sein.

Die Stahlteile zur Herstellung der Schweißkonstruktion werden deshalb vorzugsweise durch Laserschneiden (Tailored Planks) hergestellt. Durch das Laserschneiden wird das Stahlmaterial nur relativ gering thermisch belastet und weist somit nur relativ geringe Verzugsspannungen auf.

- 5 Als Schweißtechnik zur Verbindung der verschiedenen Stahlteile sollte vorzugsweise das Laserschweißen eingesetzt werden. Durch Laser-schweißen können hochgenaue Schweißverbindungen hergestellt werden, wobei die Stahlteile wiederum nur relativ gering thermisch belastet werden.
- 10 Um die Verformung des die Führungsbahn tragenden zweiten Bauteils nach dem Verschweißen aufgrund von Verzugsspannungen weiter zu reduzieren, kann das zweite Bauteil nach einer bevorzugten Ausführungsform nach dem Verschweißen spannungsarm gegläht werden.

Nach dem Verschweißen bzw. nach dem Glühen des zweiten Bauteils
15 kann vorzugsweise auch noch eine Oberflächenbehandlung der Stahlkonstruktion vorgenommen werden. Durch Sandstrahlen oder eine andere ähnliche Methode kann die Stahlkonstruktion von Zunder und anderen unerwünschten Anhaftungen befreit werden. Weiterhin kann eine korrosionsbeständige Oberfläche, beispielsweise durch Chromatieren, ange-
20 bracht werden.

Um die Stahlteile vor dem Verschweißen mit möglichst geringem Aufwand passgenau vormontieren zu können, ist es besonders vorteilhaft, Nut- und Federelemente an den Stahlteilen vorzusehen. Die Stahlteile können mittels der Nut- und Federelemente vor dem Verschweißen pass-
25 genau zusammengesteckt werden.

Welche Bauart die erfindungsgemäße Vorrichtung mit Tragluftlagerung aufweist, ist grundsätzlich beliebig. Besonders große Vorteile bietet die erfindungsgemäße Konstruktion der Führungsbahnen der Tragluftlage-
rung jedoch bei Messmaschinen, insbesondere Koordinaten-Messma-

schinen. Derartige Messmaschinen weisen zumindest einen Messkopf auf, der an der Maschine beweglich gelagert und durch geeignete Antriebselemente ferngesteuert verstellt werden kann. Der Messkopf ist dabei zur Vermessung von Werkstücken geeignet und weist dazu geeignete Messmittel auf.

- Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist die Messmaschine in der Art einer Portalmaschine mit zumindest zwei Vertikalstützen und einer Horizontaltraverse ausgebildet. Derartige Portal-Messmaschinen konnten bisher mit relativ kleinen Abmessungen hergestellt werden, da die erforderlichen Bauteile aufgrund der verwendeten Naturmaterialien nicht in ausreichender Größe verfügbar waren. Durch Verwendung des erfindungsgemäßen Konstruktionsprinzips lassen sich Messmaschinen und insbesondere Portalmessmaschinen in letztendlich jeder beliebigen Größe herstellen.
- 15 Eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird nachfolgend beispielhaft erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine in der Art einer Messmaschine ausgebildete Vorrichtung
20 in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 2 die Horizontaltraverse der Messmaschine gemäß Fig. 1 in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 3 den Aufbau der Führungsbahnen der Luftlagerung an der Horizontaltraverse gemäß Fig. 2 in perspektivischer Ansicht.
- 25 In Fig. 1 ist eine in der Art einer Koordinatenmessmaschine ausgebildete erfindungsgemäße Vorrichtung 01 in perspektivischer Ansicht dargestellt. Die Messmaschine 01 weist eine Standfläche 02 auf, auf der das zu vermessende Werkstück angeordnet wird, und die beispielsweise aus

- einem Granitblock hergestellt sein kann. Alternativ dazu kann die Standfläche 02 auch von einem mit Keramikfliesen belegten Stahlkonstruktionsteil gebildet werden. Seitlich von der Standfläche 02 sind zwei Lager- und Antriebseinrichtungen 03 und 04 angeordnet, wobei die
- 5 eigentlichen Funktionselemente der Lager- und Antriebseinrichtungen 03 und 04 durch ein Gehäuse verdeckt sind. In den Lager- und Antriebseinrichtungen 03 und 04 ist ein Portal 05 gelagert und kann mittels geeigneter Antriebsmittel entsprechend dem Bewegungspfeil 06 über der Standfläche 02 horizontal verfahren werden.
- 10 Das Portal 05 ist aus zwei Vertikalstützen 07 und 08 und einer Horizontaltraverse 09 gebildet. Auf der Oberseite der Horizontaltraverse 09 ist ein Schlitten 10 gelagert, an dem eine Vertikalpinole 11 befestigt ist. An der Unterseite der Vertikalpinole 11 ist ein verdeckt dargestellter Messkopf der Messmaschine 01 befestigt, mit dem ein auf der Standfläche 02
- 15 angeordnetes Werkstück vermessen werden kann. Der Schlitten 10 kann mittels nicht im Einzelnen dargestellter Antriebsmittel entsprechend dem Bewegungspfeil 12 horizontal über der Standfläche 02 auf der Horizontaltraverse 09 verfahren werden. Durch Aus- und Einfahren der Vertikalpinole 11 kann der Messkopf entsprechend dem Bewegungspfeil 13 vertikal verfahren werden. Im Ergebnis kann der Messkopf also durch Verfahren des Portals 05 und des Schlittens 10 in einer Horizontalebene frei
- 20 positioniert und durch Aus- und Einfahren der Vertikalpinole 11 in der Höhe positioniert werden. Dadurch kann der Messkopf letztendlich alle Punkte in einem Raum anfahren, der durch die Größe der Standfläche 02
- 25 und den Querschnitt des Portals 05 definiert ist.

Zur Lagerung der relativ zueinander beweglichen Teile der Messmaschine 01 sind Tragluftlagerelemente 14 vorgesehen, die zur berührungslosen Lagerung und Führung der relativ zueinander beweglichen Bauteile mit entsprechenden Führungsbahnen 15 zusammenwirken. An der kreisringförmigen Unterseite der Luftlagerelemente 14 (siehe Fig. 3) strömt Druckluft mit geeignetem Luftdruck aus und sorgt dafür, dass die Luftla-

gterelemente 14 mit einem Luftspalt von wenigen Mikrometern über den Führungsbahnen 15 schweben. Auf diese Weise werden die beweglichen Bauteile der Messmaschine 01 berührungslos geführt und gelagert.

Der Aufbau der Horizontaltraverse 09 ist in Fig. 2 vergrößert dargestellt.

- 5 Die Horizontaltraverse 09 erhält ihre mechanische Festigkeit von einem Schweißkonstruktionsbauteil 16, das durch Laserverschweißen mehrerer durch Laserschneiden hergestellter Stahlteile 17 gefertigt ist. Die Stahlteile 17 weisen dabei jeweils Nut- und Federverbindungen auf, um die Stahlteile 17 vor dem Laserschweißen durch Zusammenstecken vormontieren zu können.

Um einen möglichst geringen Temperaturverzug zu erhalten, weist das Schweißkonstruktionsbauteil 16 eine Vielzahl von Ausnehmungen in den Stahlteilen 17 auf.

- Zur Bildung der Führungsflächen 15 weist das Bauteil 16 an der Oberseite 15 zwei prismatische Führungsträger 18 und 19 auf, die an der jeweiligen Außenseite und an der jeweiligen Oberseite mit Keramikfliesen 20 (siehe Fig. 3) zur Bildung der Führungsbahnen 15 beklebt sind. Die Führungsbahnen 15 an den Führungsträgern 18 und 19 sind dabei jeweils rechtwinklig zueinander ausgerichtet, so dass der Schlitten 10 im Ergebnis 20 sowohl horizontal als auch vertikal exakt geführt werden kann.

- Der Aufbau der Führungsbahnen 15 ist in Fig. 3 noch einmal vergrößert dargestellt. Auf Klebeflächen 21 des Schweißkonstruktionsbauteils 16 wird zur Befestigung der Keramikfliesen 20 ein Kleber 22 aufgebracht und die Fliesen 20 anschließend auf der vom Kleber 22 gebildeten 25 Schicht verklebt. Nach Aushärten des Klebers 22 werden die Übergangsbereiche 23 zwischen benachbarten Fliesen 20 mit einem härtbaren Füllmaterial aufgefüllt. Nach Aushärten des Füllmaterials werden die Fliesen und das Füllmaterial entlang der Führungsbahnen 15 durch geeignete Fertigungsverfahren, beispielsweise Schleifen und Läppen, oberflächeng 30 bearbeitet, um die erforderliche Rautiefe und Ebenheit herzustellen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (01) mit zumindest zwei relativ zueinander beweglichen Bauteilen (09, 10), wobei am ersten Bauteil (10) zumindest ein Tragluftlagerelement (14) vorgesehen ist, das mit einer am zweiten Bau teil (09) vorgesehenen Führungsbahn (15) derart zusammenwirkt, dass das erste Bauteil (10) mit einem Luftspalt zwischen Tragluftlagerelement (14) und Führungsbahn (15) am zweiten Bauteil berührungslos geführt und/oder gelagert wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Führungsbahn (15) aus Fliesen (20) besteht, die nebeneinan der auf dem zweiten Bauteil (09) fixiert sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fliesen (20) aus einem keramischen Werkstoff, insbesondere aus Stettalit mit der Keramik-Nummer C221 gemäß VDE 0335 Teil 3, bestehen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fliesen (20) mit einem Kleber (22) auf einer Klebefläche (21) des zweiten Bauteils (09) fixiert sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kleber (22) ein geringes Fließvermögen aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Kleber (22) ein Zweikomponenten-Konstruktionsklebstoff
verwendet wird.
- 5 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Klebefläche (21) des zweiten Bauteils (09) vor Aufbringung
des Klebers (22) eine Oberflächenrautiefe von ungefähr 50µm bis
100µm aufweist.
- 10 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Übergangsbereich (23) zwischen zueinander benachbarten
Fliesen (20) ein härtbares Füllmaterial vorgesehen ist.
- 15 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die die Führungsbahn (15) bildenden Bereiche der Fliesen (20)
und/oder des Füllmaterials nach Aushärtung des Klebers und/oder
Füllmaterials oberflächenbearbeitet, insbesondere geschliffen
und/oder geläppt, sind.
- 20 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Führungsbahn (15) eine Rautiefe von kleiner oder gleich
1µm aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Führungsbahn (15) eine Ebenheit von kleiner oder gleich
 $2\mu\text{m}/200\text{mm}$ aufweist.
- 5 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Bauteil (09) als Schweißkonstruktion aus mehreren
Stahlteilen (17) hergestellt ist.
- 10 12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stahlteile (17) durch Laserschneiden hergestellt sind.
- 15 13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stahlteile (17) durch Laserschweißen miteinander verbunden
sind.
- 20 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Bauteil (09) nach dem Verschweißen der Stahlteile
(17) spannungsarm gegläht ist.
- 20 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Bauteil (09) nach dem Verschweißen oder nach dem
Glühen oberflächenbehandelt, insbesondere sandgestrahlt und/oder
korrosionsbeständig beschichtet, ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass an den miteinander zu verbindenden Stahlteilen (17) Nut- und
Federelemente zur Vormontage vorgesehen sind.
- 5 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vorrichtung (01) in der Art einer Messmaschine, insbesondere einer Koordinaten-Messmaschine, mit einem beweglich gelagerten Messkopf zur Vermessung von Werkstücken ausgebildet ist.
- 10 18. Vorrichtung nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messmaschine (01) zumindest zwei Vertikalstützen (07, 08)
und eine auf den Vertikalstützen (07, 08) gelagerte Horizontaltraverse (09) aufweist, wobei die Vertikalstützen (07, 08) zusammen mit
15 der Horizontaltraverse (09) ein Portal (05) über einer Standfläche (02), auf der das zu vermessende Werkstück anordenbar ist, bilden.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vertikalstützen (07, 08) eine vertikale Länge im Bereich von
20 ungefähr 0,5m bis 5m, insbesondere 1,2m, aufweisen.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Horizontaltraverse (09) eine horizontale Spannweite zwischen den Vertikaltraversen im Bereich von ungefähr 0,5m bis 5m,
25 insbesondere 1,5m, aufweist.

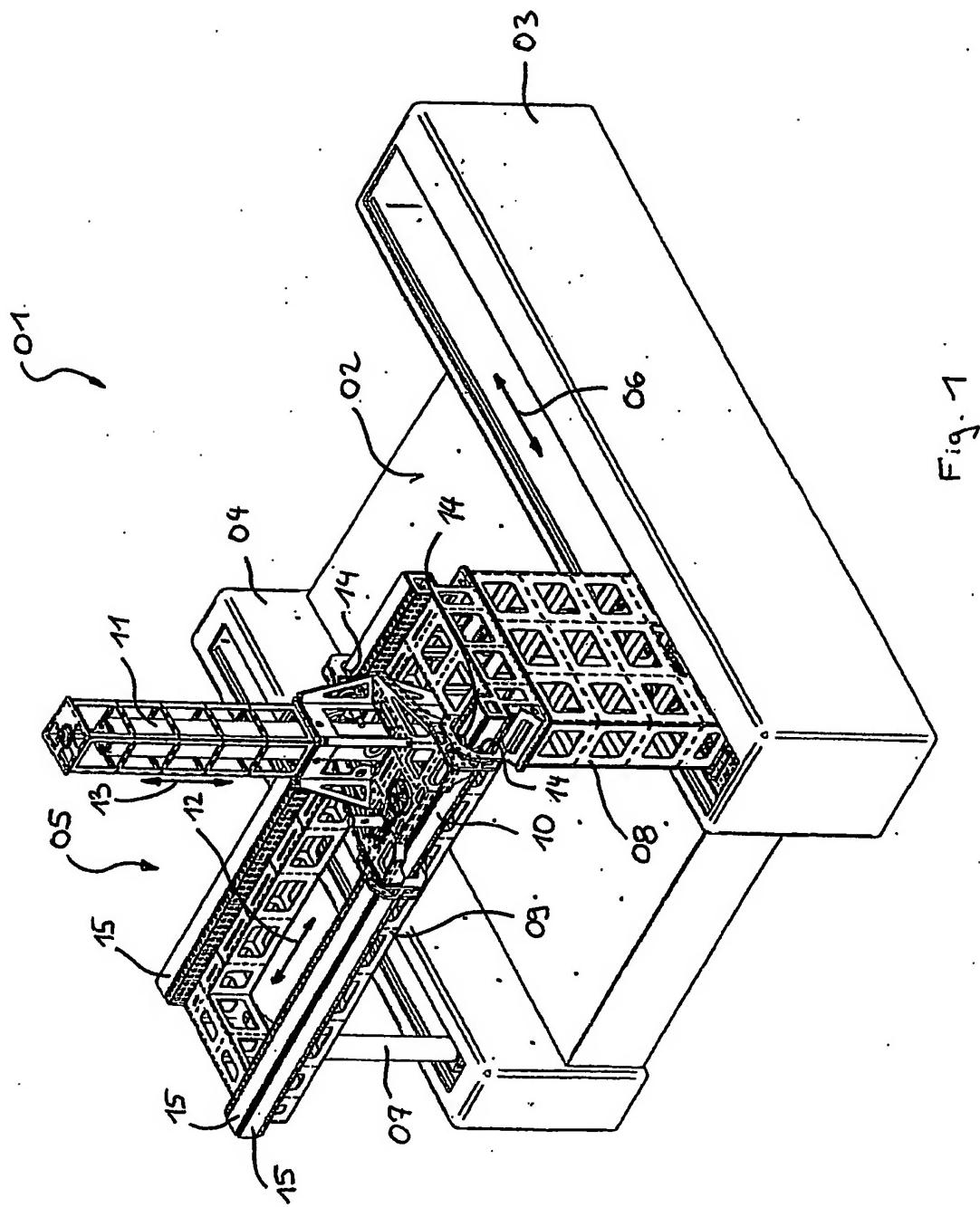


Fig. 1

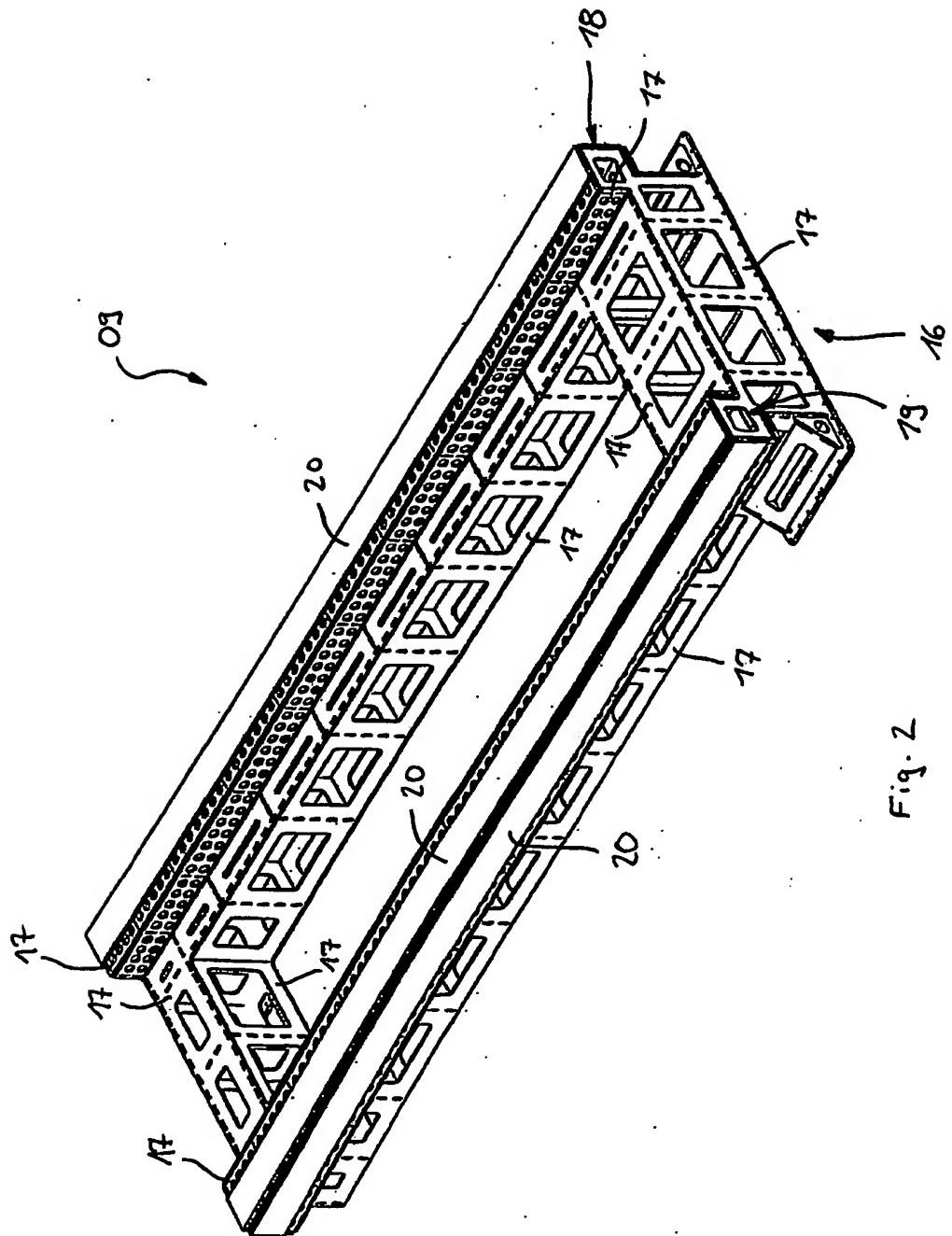


Fig. 2

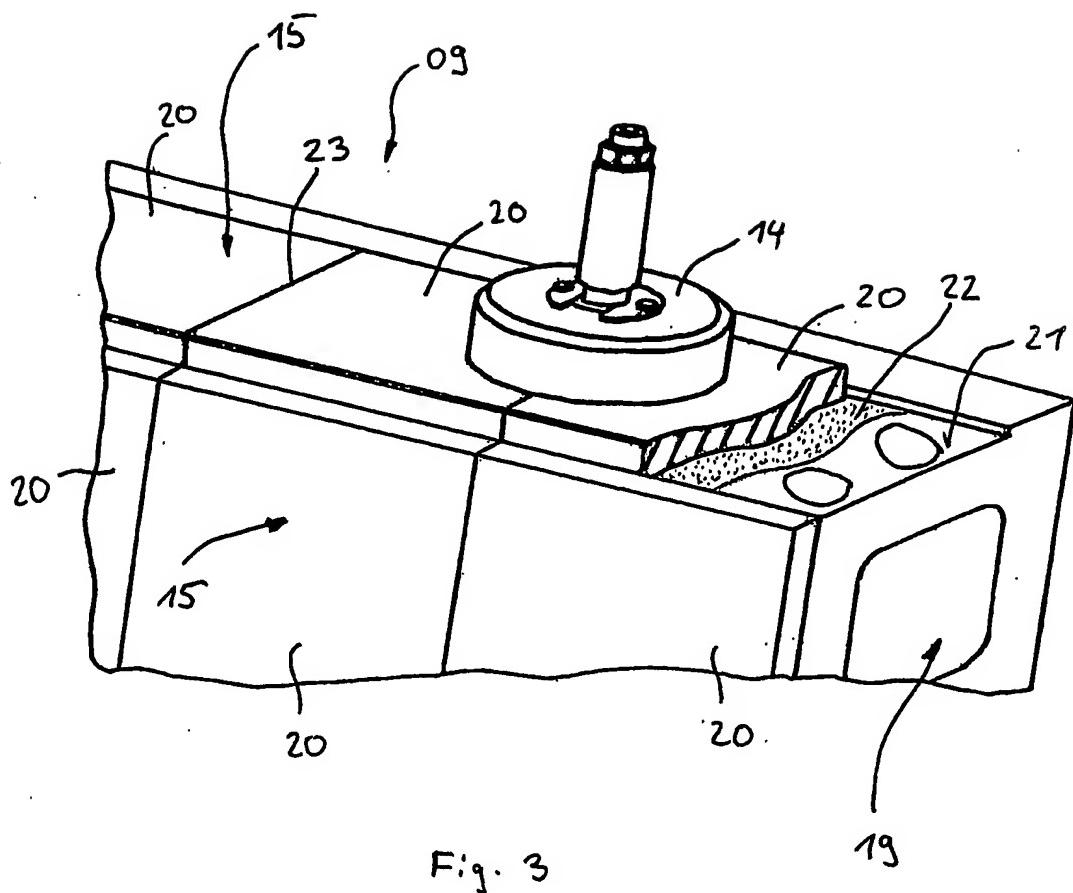


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001194

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16C29/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F16C G01D G01R G03F B23Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 296 990 B1 (KWAN YIM BUN PATRICK) 2 October 2001 (2001-10-02) column 5, line 8 - line 42; claim 3; figure 3	1-10,17
A	DE 93 18 777 U (ZEISS CARL JENA GMBH) 10 March 1994 (1994-03-10) page 7, paragraph 3 - page 8, paragraph 1; figure 2	1,2
A	DE 40 22 487 A (GUYENOT VOLKER DR SC TECHN ; KRIPLI GERHARDT (DE); BLEYER RAINER (DE);) 16 January 1992 (1992-01-16) column 3, line 21 - column 4, line 8; figures	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the International search report
14 October 2004	29/10/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Axelsson, T

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/DE2004/001194

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 09, 31 July 1998 (1998-07-31) -& JP 10 103354 A (NIPPON STEEL CORP), 21 April 1998 (1998-04-21) abstract -----	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0103, no. 81 (M-547), 19 December 1986 (1986-12-19) -& JP 61 171920 A (INOUE JAPAX RES INC), 2 August 1986 (1986-08-02) abstract -----	1

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001194

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6296990	B1	02-10-2001	EP JP TW	0957275 A2 2000027869 A 421733 B		17-11-1999 25-01-2000 11-02-2001
DE 9318777	U	10-03-1994	DE	9318777 U1		10-03-1994
DE 4022487	A	16-01-1992	DE	4022487 A1		16-01-1992
JP 10103354	A	21-04-1998		NONE		
JP 61171920	A	02-08-1986		NONE		

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/001194

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16C29/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16C G01D G01R G03F B23Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 296 990 B1 (KWAN YIM BUN PATRICK) 2. Oktober 2001 (2001-10-02) Spalte 5, Zeile 8 - Zeile 42; Anspruch 3; Abbildung 3 -----	1-10,17
A	DE 93 18 777 U (ZEISS CARL JENA GMBH) 10. März 1994 (1994-03-10) Seite 7, Absatz 3 - Seite 8, Absatz 1; Abbildung 2 -----	1,2
A "	DE 40,22 487 A (GUYENOT VOLKER DR SC TECHN ; KRISSL GERHARDT (DE); BLEYER RAINER (DE);) 16. Januar 1992 (1992-01-16). Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 4, Zeile 8; Abbildungen ----- -/-	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

14. Oktober 2004

29/10/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Axelsson, T

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/001194

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 09, 31. Juli 1998 (1998-07-31) -& JP 10 103354 A (NIPPON STEEL CORP), 21. April 1998 (1998-04-21) Zusammenfassung -----	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0103, Nr. 81 (M-547), 19. Dezember 1986 (1986-12-19) -& JP 61 171920 A (INOUE JAPAX RES INC), 2. August 1986 (1986-08-02) Zusammenfassung -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/DE2004/001194

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6296990	B1	02-10-2001	EP	0957275 A2		17-11-1999
			JP	2000027869 A		25-01-2000
			TW	421733 B		11-02-2001
DE 9318777	U	10-03-1994	DE	9318777 U1		10-03-1994
DE 4022487	A	16-01-1992	DE	4022487 A1		16-01-1992
JP 10103354	A	21-04-1998		KEINE		
JP 61171920	A	02-08-1986		KEINE		

BEST AVAILABLE COPY